

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-030911

(43)Date of publication of application : 09.02.1988

(51)Int.Cl.

G05B 23/02
G05B 17/02
G06F 15/20

(21)Application number : 61-173824

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 25.07.1986

(72)Inventor : NISHIMOTO KOICHI

DOMOTO SHOZO

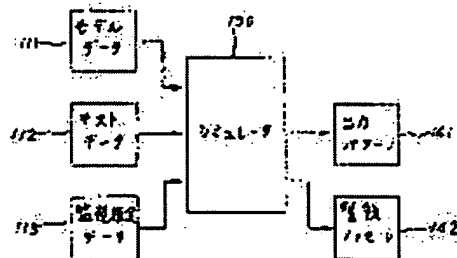
MARUYAMA KATSUYA

(54) METHOD FOR SIMULATION OF CONTROL BOARD

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent a malfunction, etc., from being overlooked, by executing a monitoring designation to an element which desires to monitor a variation of an output signal, executing a simulation, and outputting an alarm message, when a variation has been generated in a designated signal.

CONSTITUTION: A test data 112 gives a procedure, a condition and an instruction of a test which is executed to a model data 111, and at every test item, an observing instruction of an input test pattern and an output pattern is executed. A monitor designating data 113 executes an instruction to an element which does not derive a signal value, but desires to monitor only a signal variation point. An output pattern 141 is a result of a signal value of the element which has been brought to an observing instruction at the time when a simulation has been executed to the model data 111 by the input test pattern of the test data 112. Also, an alarm message 142 is outputted, when a variation of a signal has been generated in the element which has been instructed by the monitor designating data 113, when the simulation is being performed in the same way.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-30911

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)2月9日

G 05 B 23/02

A-7429-5H

17/02

7740-5H

G 06 F 15/20

D-7230-5B

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑭ 発明の名称 制御盤のシミュレーションの方法

⑮ 特 願 昭61-173824

⑯ 出 願 昭61(1986)7月25日

⑰ 発 明 者 西 元 幸 一 茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか工場内

⑱ 発 明 者 道 本 昭 蔵 茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか工場内

⑲ 発 明 者 丸 山 勝 也 茨城県日立市大みか町5丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか工場内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

明 細 書

ン方法。

1. 発明の名称

制御盤のシミュレーションの方法

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

2. 特許請求の範囲

1. シミュレーション対象としての制御盤及び制御対象機器の回路構成を示すモデルデータと、該モデルデータで表わされたモデルへ与える入力テストパターン及び該パターンを与えた時の上記モデルの出力の内の観測すべきものを出力パターンとして指定する観測指定データから成るテストデータと、上記入力テストパターンを与えた時の上記モデルの出力の内のそれが変化したかどうかを監視すべきものを信号変化点として指定する監視指定データとを上記制御盤及び制御対象機器のシミュレータへ入力し、該シミュレータにより上記観測指定データで指定された出力パターンを算出するとともに、上記監視指定データで指定された信号変化点に変化があった時には警報メッセージを出力するようにしたことを特徴とする制御盤のシミュレーション

本発明は制御盤の設計検証を行うためシミュレーション方法に係り、特にマイクロコンピュータ(以下マイコンと称す)を組み込んだ制御盤とそれにより制御される制御対象機器とを結合したモデルのシミュレーションを行うに好適な制御盤のシミュレーション方法に関する。

(従来の技術)

制御盤のマイコン化に伴い、シミュレーション対象機能は複雑化、高密度化してきている。その為、扱う信号のデータ量が膨大となつてきており、シミュレーションの容域対策が切望されている。

従来のシミュレーション方法による入出力構成の一例を第2図に示す。同図において、シミュレータ200は、シミュレーション対象の制御盤、及び制御対象機器の構成を表わしたモデルデータ111と、シミュレーション入出力条件等を記述したテストデータ112とを入力として受けとつ

てシミュレーションを行い、出力パターン141を出力する。

上記従来の入出力構成によるシミュレーション方法を第3図に示す。第3図(a)に示すように、A、B2個の信号を入力し信号Cを出力するANDゲート31と、D、E2個の信号を入力し信号Fを出力するORゲート32とから構成される回路を例に説明する。ANDゲート31とORゲート32とは全く独立した関係にあるので、本回路をシミュレーションする為のテストデータは、第3図(b)に示す様に2つのテストから成る。即ち、テスト1は、入力信号A、Bに対する出力信号Cを求めるANDゲート31用のテストであり、テスト2は、入力信号D、Eに対する出力信号Fを求めるORゲート32用のテストである。尚、本例では、テスト対象以外のゲートの入力はイニシャル値として“0”をセットしている。この種のシミュレーション方法として関連するものには、例えば制御盤を対象としたものでは、特開昭60-8906号があり、情報処理装置を対象としたものでは、特開昭60-29865号が挙げられる。

は、特開昭60-29865号が挙げられる。

(発明が解決しようとする問題点)

第4図(a)は、第3図(a)で示した回路にて、ANDゲート31の入力信号Bが、同図点線で示したようにORゲート32にも間違つて入力されている例を示す。本例の場合、上記従来のシミュレーション方法で第3図(b)のテストデータを用いると、テスト1の時は出力Fは観測しないからエラーも発生せず、接続不良を見逃すことになる。そこで、対策として第4図(b)に示すように、つねに全出力C、Fを観測してチェックを行えば、ANDゲート31の入出力動作に本来無関係な出力信号Fが、テスト1の時刻2、4で“0”から“1”に変化していることが判明し、不良は見逃さない。しかしこのようにすると、回路の数がなくなつたときに観測すべき信号のデータ量が膨大となり、また、観測信号を判定する手間も増大するという問題がある。

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、各テストの対象回路に無関係な回路部も監視でき、

しかも観測すべき信号のデータ量が大幅に増加することのない制御盤のシミュレーション方法を提供することを、その目的とする。

(問題点を解決するための手段)

上記の目的は、その出力信号の変化を監視したい要素に対して監視指定を行つてシミュレーションを実行し、指定した信号に変化が生じた時には警報メッセージを出力するようにすることで達成される。

(作用)

信号の変化を監視すべく指定した要素に対しては、シミュレータ上でその出力に仮想の素子(以下モニタ素子と称す)が接続され、シミュレーションにてそのモニタ素子に信号が伝搬し信号変化が生じた場合にのみ警報メッセージを出力するので、その要素に対しては信号値観測のための出力保存等が不要となる。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を第1図、第5図〜第10図により説明する。

第1図は、本発明によるシミュレーション方法の入出力構成を示す図である。同図に於いて、第2図と同一符号を付した部分は同一、又は相当部分を示す。シミュレータ100は、モデルデータ111、テストデータ112、監視指定データ113を入力として受けとつて、シミュレーションを行い、出力パターン141、警報メッセージ142を出力する。モデルデータ111は、制御盤の設計情報であるハードロジック図やマイコンソフト図、更に制御対象機器を図形データの形で表わしたもので、シミュレーションの対象である。テストデータ112は、上記モデルデータ111に対して行うテストの手順、条件、指示を与えるもので、テスト項目毎に入力テストパターンと出力パターンの観測指示が行われる。監視指定データ113は、信号値を求めるのではなくて、信号変化点のみを監視したい要素に対して指示を行うものである。出力パターン141は、モデルデータ111に対してテストデータ112の入力テストパターンでシミュレーションを行つた時の、観測

指示された要素の信号値結果である。警報メッセージ142は、同じくシミュレーションを実施中監視指定データ113で指示された要素に信号の変化が生じた時に出力される。

次に、シミュレータ100の内部構成を第5図に示す。プログラム群120で行なわれる処理には、入力パターン編集処理121、モデル編集処理122、シミュレーション実行処理123、結果編集処理124がある。又、上述各処理で使用するテーブル群130には、テスト用入力パターンテーブル131、イベントテーブル132、実行順序テーブル133、要素接続テーブル134、出力保存テーブル135がある。

以下、プログラム群120での各処理を中心に説明を行い、本発明の特徴とする監視指定データ113を入力してからシミュレーションでの処理、警報メッセージの出力までの動作を、具体回路例とフローチャートを用いて説明する。

入力パターン編集処理121では、テストデータ112を入力し指定された入力信号の状態を時

間表の形でテスト用入力パターンテーブル131として作成する。

モデル編集処理122では、モデルデータ111を入力し、制御盤、制御対象機器の要素接続情報を実要素テーブル134aとして作成し、又、監視指定データ113を入力して監視したい要素（以下、監視要素と称す）の出力にモニタ素子を生成しモニタ要素テーブル134bを作成する。次に、テーブル134a、134bを結合して要素接続テーブル134とする。

この要素接続テーブル134は、例えば、第6図の様なマイコンソフトの図形データ60に対しては、第7図の様になる。即ち第6図の実線で表わした部分が実存する回路を示し、これがモデルデータ111に相当する。AND、OR、AM等は要素の種類で、ANDは論理積を、ORは論理和を、AMはアナログメモリを表わしている。ANDとOEはデジタル要素であり、AMはアナログ要素である。D086、A073等は要素信号名を表わしており、T105、T108等は

演算の実行順序を表わしている。又、点線で表わした部分は第7図で後述するモニタ素子に対応するもので、説明の為に表記した架空の要素である。

第7図の要素接続テーブル134は、先述の如く実要素テーブル134aとモニタ要素テーブル134bとから成り、いずれも各要素の属性、要素間の接続関係を表わしている。例えば、要素信号D086は実行順序番号がT105であり、AND要素であり、入力元がD085とD090、出力先がD087の要素であることを示している。尚、実要素テーブル134aの出力信号値欄は、後述のシミュレーション実行処理123によつて与えられる。

次に、モニタ素子の生成法について説明する。

モニタ素子は、信号変化を監視すべき要素、即ち監視要素の出力先に設けられ、この出力の監視機能を有する仮想の要素であつて、第8図に示す手順により要素接続テーブル134の最後にモニタ要素テーブル134bとして追加される。

ステップ810：監視指定データ113で指示さ

れた全ての監視要素の処理が終わつていれば終了し、終わつていなければ以下のステップの処理を行う。

ステップ820：監視指定データ113から監視要素の信号名と監視条件データを読み込む。

ステップ830：監視条件に従つてモニタ要素テーブル134bにモニタ素子を生成する。

ステップ840：実要素テーブル134a内の監視要素とモニタ要素テーブル134b内のモニタ素子との接続関係をつける。

例えば、第6図に於いて要素信号D088のAND要素の信号変化を監視する時には、上述の手順により第7図に示す様にモニタ要素テーブル134bが作られ、要素信号名M001のモニタ素子MNT1要素が生成される。これは第6図の点線部の架空の素子に相当する。又、実要素テ

ブル134a内の監視要素D088の出力先信号欄には要素信号名M001が追加される。

モニタ素子の実行順序は任意である。又、要素記号の名称は実存しない名称であれば任意に定義しておけばよいが、ここでは監視要素の監視条件の意味も持たせる為にMNTn (n=1~4)とした。監視要素の出力がデジタル信号であつて0から1への変化を監視したい時にはMNT1、1から0への変化を監視したい時にはMNT2、アナログ信号で上限値を超えた時を監視したい場合にはMNT3、下限値を下回つた時を監視したい場合にはMNT4等の記号となる。第7図では、監視条件がデジタル信号の0→1なので、MNT1がセットされている。要素信号名は、例えばモニタ素子であることが分かる記号“M”と生成一貫番号から構成させM001とする。制御パラメータの欄は、テーブル134aでは実存要素の計算に必要な定数が入るが、テーブル134bでは上述したアナログ信号の制限値など条件判別使用するデータが入る。本例ではデジタル信号なので

力する。

ステップ920：入力パターン編集処理121で作られたテスト用入力パターンテーブル131を入力する。

ステップ930：全てのテストパターンについてシミュレーションが終わつていれば終了し、そうでなければ、以下の図操作を実行する。

ステップ940：シミュレーション時間及びシミュレーションする時間きざみを設定する。

ステップ950：制御盤の初期状態等、シミュレーションに必要な初期条件を設定する。

ステップ960：以上の状況下でシミュレーションを実施し、制御盤からの出力パターンを計算する。この方法について詳しくは後述する。

ステップ980：シミュレーション結果を出力し、ステップ930に戻る。

空欄になっている。入力元信号欄は監視要素の要素信号（本例ではD088）が入り、出力先信号欄、出力信号値欄は不要となる。

以上述べたモニタ素子は、監視要素の数に応じてテーブル容量が許す限りいくつでも追加することができる。かくして得られた要素接続テーブルに従つてシミュレーションがどの様に実行されるかは後述する。

以上、マイコンソフトの図形データを例に説明したが、制御対象の図形データについても同様であり、ハードロジック用の図形データも前処理（例えば、リレー素子をAND要素に変換する処理）を行えば、すぐに同様なテーブルを作成することができる。

以上で、モデル編集処理122、及び要素接続テーブル134についての説明を終り、次に第5図のシミュレーション実行処理123を、第9図を用いて説明する。

ステップ910：モデル編集処理122で作られた要素接続テーブル134を入

次に、シミュレーション実行方法について詳述する。このシミュレーションは、各要素に対し入力信号が変化した場合にのみ選択的に出力信号を演算して高速化を図るという方法を基礎にしたものであり、その処理手順は第10図に示されている。但し以下で信号が変化する事象をイベントと呼ぶこととする。

ステップ961：対象テスト項目に対応したテスト用入力パターンテーブル131を調べ、信号値が変化する信号を各時刻のイベントテーブル132へ登録する。

ステップ962：全ての時刻について以下の処理が終わつたかどうかチェックする。終わつていれば、1つのテスト項目に対応したテストパターンによるシミュレーションは終了となる。そうでなければ、以下のステップを実施する。

ステップ963：時刻tのイベントテーブル132

をサーチする。次に、それらのイベント信号の出力先要素名を要素接続テーブル134により探索し、全てリストアップする。第6図の例であれば、D083がイベント信号だとすると、リストアップされるべき要素はT104のOR要素と、T108のAM要素となる。

ステップ964：上記のリストアップされた要素を実行順序テーブル133に登録する。

ステップ965：実行順序テーブル133中から取り出すべき要素iがあるかどうかチェックする。存在しなければ、ステップ966へ、存在すればステップ967へ進む。

ステップ966：取り出されるべき要素がないということは、その時刻のシミュレーションが全て終わったこと

対象要素の出力値を計算する。

ステップ969：要素接続テーブル134をサーチし、出力値は1時刻前の値と同じかどうかチェックした上で、要素接続テーブル134の出力信号値欄にセットする。もし、同じであれば、その出力信号はイベントではないので、その先の要素jの計算は行なわずステップ965へ。同じでないなら次ステップへ。

ステップ970：要素iの出力先要素jを要素接続テーブル134により探索し、要素jが存在しないならステップ965へ。存在するなら次ステップへ。要素jが存在しないということは、要素iが最終的出力段の要素ということになる。又、フィードバックループなどで、要素jが同一時刻内で既に

になるので、機能の確認をすべく観測指定された信号の計算値を要素接続テーブル134の出力信号値欄から取り出し、出力保存テーブル135に移した後、1時刻進め、ステップ962に戻る。

ステップ967：実行順序テーブル133から実行順序番号の最も小さい要素iを取り出す。取り出すと当該要素はテーブル133から消える。上記の例に於いては、T104のOR要素の方がT108のAM要素よりも順序番号が小さいので前者が取り出される。

ステップ968：退出された要素iについて、要素の機能を記述したサブルーチン呼び出し、要素接続テーブル134に記述された入力信号に対応する計算値を入力として

実行順序テーブル133に一度登録（ステップ974）されたことがある場合は、要素iの信号を次時点のイベントテーブル132に登録しステップ965へ進む。

尚、本図のフローでは省略したが、要素jが複数存在する場合はステップ971～974を要素jの個数分繰り返す。

ステップ971：要素jがモニタ素子であつたらステップ972へ。そうでないならステップ974へ。

ステップ972：監視要素iの出力変化が監視条件に合っているかどうかをチェックして、合っていればステップ973へ。合っていないれば何もせずステップ965へ。

ステップ973：監視要素に出力変化が有つた旨のメッセージ125を出力し、

ステップ965へ。

ステップ974：要素jを実行順序テーブル133に登録する。

ステップ975：対象要素iの次時刻の出力は現時刻の出力変化によつて変化するかどうかチェックする。変化するかどうかは、要素の種類によつて自動的に判断することが可能である。例えば、第6図において、ANDやORは変化せず、AMは変化することが知られている。変化するものとしては他に、積分要素、類似微分要素等があり、これらの要素を自己フィードバックを持つ要素と呼ぶことにする。

もし、現時刻の出力の変化によつて次時刻の出力が変化しないならばステップ965へ。変化するならば次ステップへ。

且つ機能を確認すべく観測指定された要素の計算結果は、第10図のステップ966に示す様に出力保存テーブル135にセットされる。しかし、モニター子では、信号が伝達されると監視要素の出力変化が監視条件に合っているかどうかをチェックし、合っていない場合は何もせず次の処理に進み、合っている場合にのみその旨のメッセージ125（第5図）を出力する。従つて、監視要素に関しては、出力値の観測指定は行なわず、監視指定データ113で監視条件を与えることにより、時々刻々の出力結果がチェックされると共に該出力値は出力保存テーブル135内に保存する必要がなく、観測データ量及びその判定処理の手間の増大を招くことなく、監視要素出力を調べることができる。

尚、監視要素の指定は任意のポイントに対して行えるが、通常は機能確認すべく観測指定した要素以外について指定するところに意味がある。また、その様に指定する方法としては次の2通りが可能である。

ステップ976：要素iへの入力信号を、次時点のイベントテーブル132へ登録し、ステップ965へもどる。ここでの処理は、要素iへの入力に変化しなくても、出力が変化する自己フィードバックを含む要素も取り扱えるようにするための処理である。

以上シミュレーション実行の手順についてフローチャートを基に説明したが、要約すると次の様になる。本シミュレーションでは、テスト用入力パターンとして入力された信号を起点としてその接続先の要素を実行順序に従つて計算し、計算結果の出力信号値が前の時刻から変化した場合のみ当該要素の出力接続先の要素に信号を伝達して行く。従つて、監視要素の出力信号に変化が起こればその信号は当該監視要素の接続先のモニター子に伝達される。

ここで、モニター子以外の実存する要素では、信号が伝達されるとその要素の出力値が計算され、

- (1) 監視要素毎に直接的に指定する。
 - (2) 検査対象の全モデルとか或は最終段の要素のみ、コントローラ単位、ユニット単位、等のあるまとまったグループの名称を指定することにより、該グループに含まれる観測指定要素以外の要素を監視対象として間接的に指定する。
- 更に、上記(2)の様な場合には、

- (2-1) 対象要素毎に対応したモニター子をモニター要素テーブル134bに生成する。又は、
 - (2-2) 例えば前記第7図の説明で例に掲げたモニター子MNTn (n=1~4) の場合、4種類のモニター子の各入力信号欄(モニター要素テーブル134b)に、関係ある監視要素の信号をセットすることにより、これら監視要素の出力をOR(論理和)結合して4種類のいずれかのモニター子に接続する。
- ことも可能である。

上記の各指定方法には各々次の特徴がある。

- (1) は、予め監視すべき要素が限定され分かっている場合に有効である。

(2) は、(1) で指定する監視要素が多い場合に有効であり更に、

(2-1) は、監視指定が漏れなく行なわれ、且つ各要素対応で監視メッセージが出力されるメリットがある。

(2-2) は、要素接続テーブル134に新たに追加される素子が本例の場合だと4素子というふうに限定され、モニタ要素テーブル134bが小さくて済むというメリットがある。

以上で、シミュレーション実行処理123の説明を終り、最後に第5図の結果編処理124について述べる。これは、シミュレーション実行処理123で出力保存テーブル135にセットした信号値を、出力パターン141としてグラフィックディスプレイやプリンタ等の出力装置にグラフや表形式で表示させる為の処理を行う。更に、シミュレーション実行処理123でモニタ素子に信号が伝達された場合のメッセージ125を出力装置に警告メッセージ142として表示させる処理も行う。

100…シミュレータ、111…モデルデータ、112…テストデータ、113…監視指定データ、141…出力パターン、142…警告メッセージ、122…モデル編集処理、123…シミュレーション実行処理、134…要素接続テーブル、135…出力保存テーブル。

代理人 弁理士 秋本正実

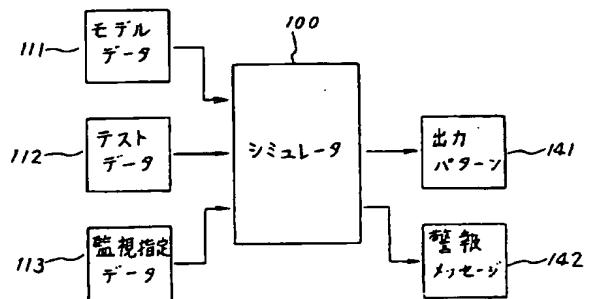
〔発明の効果〕

本発明によれば、各テスト対象部以外の回路部の監視チェックも行え、誤動作等の見逃しをなくすことができ、しかもそのための観測信号のデータ容量の大幅な増大は生じないという効果がある。

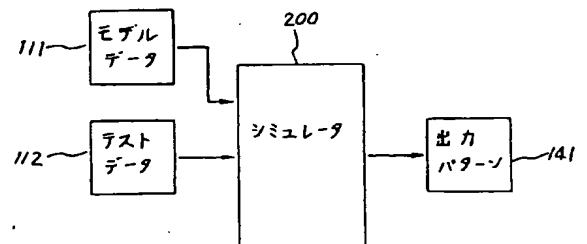
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明になるシミュレーション方法の入出力構成を示すブロック図、第2図は従来のシミュレーションの入出力構成を示すブロック図、第3図は従来のシミュレーション方式を説明するための回路例とテスト例を示す図、第4図は従来の問題点を説明するための回路例とテスト例を示す図、第5図は第1図のシミュレータの内部構成を示すブロック図、第6図は図形データの一具体例を示す図、第7図は第6図に対応する要素接続テーブルの一具体例を示す図、第8図はモニタ素子を要素接続テーブルに追加する処理のフロー図、第9図はシミュレーション実行処理の概略フロー図、第10図はシミュレーション実行方法の詳細フロー図である。

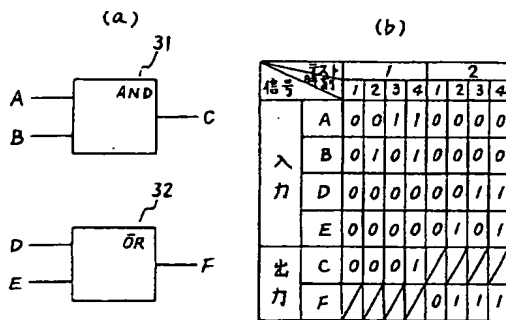
第1図



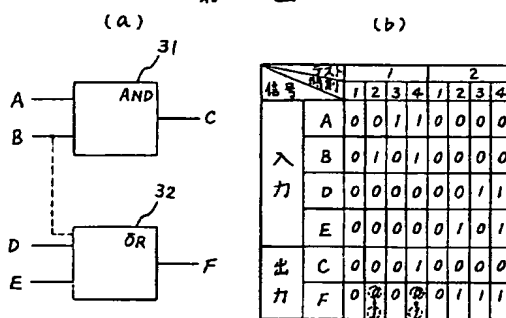
第2図



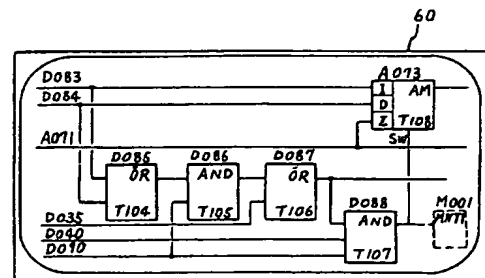
第 3 図



第 4 図



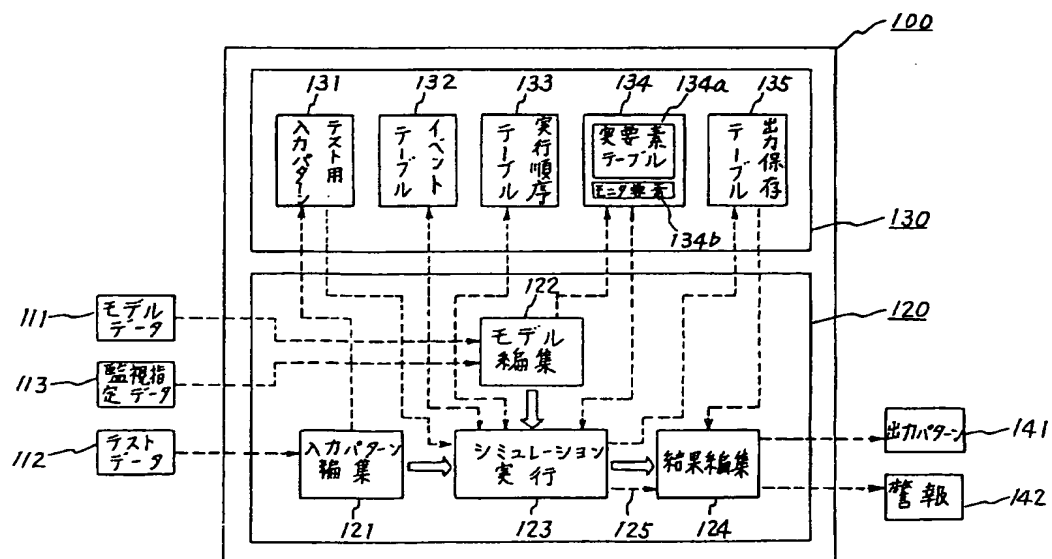
第 6 回



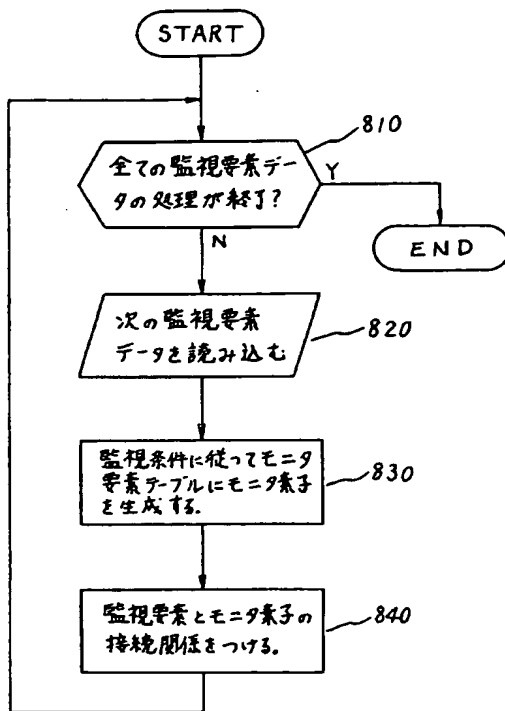
第 7 図

実行順序番号	要素記号	要素信号名	制御パラメータ	入力元信号	出力元信号	出力信号通
T104	OR	D085	—	D083, D084	D086	
T105	AND	D086	—	D085, D090	D087	
T106	OR	D087	—	D086, D085	D088	
T107	AND	D088	—	D087, D040 D090	A073, D086	
T108	AM	A073	RATE : 03 HL : 1 LL : -1 COUNT : 4	D083, D084 A071, D088	—	
—	[MNT]	[MOD]		[D088]	—	

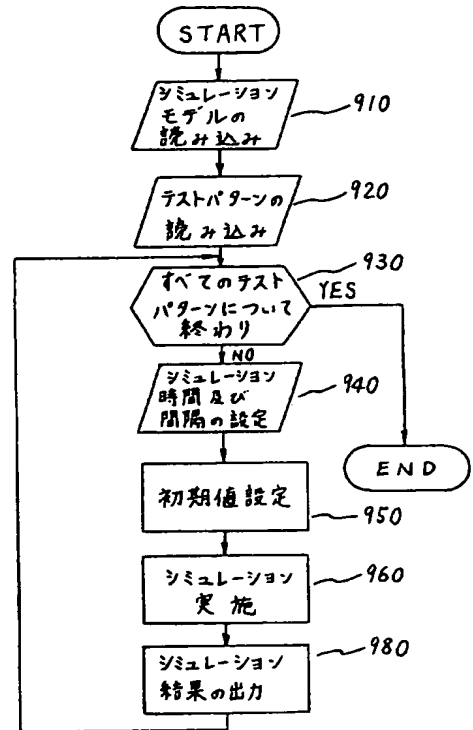
第 5 回



第 8 図



第 9 図



第 10 図

